

Estructura y composición florística del matorral desértico rosetófilo del noreste de México

JOSÉ MANUEL MATA BALDERAS*, EDUARDO JAVIER TREVIÑO GARZA*, JAVIER JIMÉNEZ PÉREZ*, ÓSCAR ALBERTO AGUIRRE CALDERÓN*,
EDUARDO ALANÍS RODRÍGUEZ*, ARTURO MORA OLIVO**

El matorral xerófilo es el ecosistema más ampliamente distribuido en las zonas áridas y semiáridas de México.¹⁻⁴ Las diferentes actividades silvoagropecuarias han causado la pérdida de cobertura vegetal⁵ y cambios en la estructura y la composición florística en este tipo de vegetación.⁶⁻⁹ A pesar de esta situación, paradójicamente, las investigaciones sobre esta comunidad no han sido muy exhaustivas. Aun así, distintos tipos de matorrales del país se han estudiados en mayor o menor grado: el matorral desértico micrófilo,¹⁰ el matorral submontano^{11,12} y el matorral espinoso tamaulipeco.

En el caso particular del matorral desértico rosetófilo, los trabajos han sido aún más escasos, aunque comúnmente se le menciona o describe como parte de trabajos florísticos o vegetacionales.¹³⁻¹⁷ Hasta ahora, algunos de los pocos antecedentes específicos sobre esta comunidad vegetal son para el estado de Querétaro¹⁸ y Baja California Sur, Hidalgo y Puebla.¹⁹ En el noreste de México no se encontraron estudios enfocados en describir exclusivamente los matorrales desérticos rosetófilos, a pesar de que en esta región tienen una amplia distribución y se han catalogado como prioritarios para su conservación, por su alto nivel de endemismo.²⁰⁻²² Bajo este contexto, es evidente la importancia de conocer el estado actual de estas comunidades que poseen una diversidad y estructura muy peculiares.

Tanto la estructura como la diversidad y la composición florística son aspectos esenciales que describen la situación de las comunidades vegetales.²³ De hecho, la composición florística de un sistema ecológico hace referencia a la distribución de las principales características de la vegetación, y tiene especial importancia la distribución de las especies por clases de dimensión de altura y diámetro.²⁴ Además, el conocimiento de la diversidad y composición florística de cualquier comunidad vegetal constituye una condición básica

para la toma de decisiones sobre el manejo sustentable de sus recursos naturales.^{4,7}

Los objetivos planteados en la presente investigación fueron 1) estimar la diversidad de la vegetación de plantas suculentas, arbustivas y arbóreas con diámetros mayores a 0.5 cm en un matorral desértico rosetófilo en el noreste de México, 2) estimar las variables estructurales de abundancia (*ARi*), dominancia (*DRi*), frecuencia (*FRi*) e índice de valor de importancia (*IVI*), y 3) caracterizar el estrato arbóreo mediante la determinación de la densidad de individuos y la cobertura del dosel. La información generada profundiza en el conocimiento ecológico de este ecosistema, y proporciona importantes elementos para la toma de decisiones de gestión de estos ambientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La presente investigación se desarrolló en una comunidad de matorral desértico rosetófilo del noreste de México, específicamente en el municipio de Mina, Nuevo León, con las coordenadas geográficas 26°04'22'' latitud norte y 100°35'28'' de longitud oeste, y a una altitud de 650 msnm (figura 1). Según la clasificación de Köppen, el clima es muy seco semicálido (BWhw), con una temperatura media anual entre los 21 y 22°C. En su mayoría los suelos son tipo rendzina, litosol y regosol. La comunidad vegetal, de acuerdo con la cartografía del INEGI,²⁵ está conformada principalmente por arbustos espinosos con hojas en forma de roseta, además de una importante presencia de cactáceas. Algunas de las especies que representan a ese ecosistema son *Agave lechuguilla*, *Dasyllirion texanum*, *Hechtia glomerata*, *Euphorbia antispyhilitica*, entre otras.^{1,26,27}

*Universidad Autónoma de Nuevo León.

** Universidad Autónoma de Tamaulipas.

Contacto: manuelmata792@gmail.com

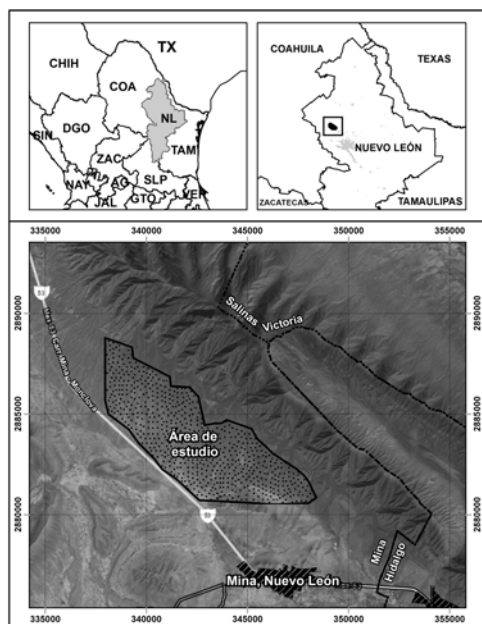


Fig. 1. Localización del área de estudio.

Análisis de la vegetación

En el verano de 2012, se evaluó una comunidad madura de matorral desértico rosetófilo, en la que se consideraron principalmente las plantas suculentas, los arbustos y los árboles. Para ello se establecieron 152 sitios de muestreo de 10 x 20 m (200 m²) distribuidos aleatoriamente. En total se evaluó una superficie de 3.04 ha. En los sitios de muestreo se realizó un censo de todos los arbustos y árboles ≥ 0.5 cm de diámetro basal ($d_{0.10}$) y de todas las suculentas. A todos los individuos se les efectuaron mediciones de diámetro de copa (d_{copa}) con una cinta métrica; se midió el espacio ocupado en sentido norte-sur y este-oeste, y a los arbustos y árboles se les midió el diámetro basal ($d_{0.10}$) con un vernier digital. Se recolectaron ejemplares de todas las especies, las cuales posteriormente fueron identificadas y depositadas en el herbario de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL).

Análisis de datos

Para determinar la diversidad alfa, se utilizaron dos índices: el de Margalef (DM_g) que está basado en la cuantificación del número de especies presentes (riqueza específica) y el de Shannon (H'), basado en la estructura de la comunidad, es decir, la distribución proporcional del valor de cada especie,²⁸⁻

³⁰ mediante las siguientes ecuaciones, respectivamente:

$$D_{Mg} = \frac{(S-1)}{\ln(N)} \quad (1)$$

donde S es el número de especies presentes, y N es el número total de individuos.

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \times \ln(p_i) \quad (2)$$

$$p_i = n_i / N$$

donde p_i resulta de la fracción del número total de individuos (N) correspondiente a cada especie (n_i).

Para cada especie se determinó su abundancia, de acuerdo al número de individuos (N/ha), su dominancia en función de la cobertura de copa (m²/ha), y su frecuencia con base en su presencia en las parcelas de muestreo. Los resultados se utilizaron para obtener un valor ponderado para cada especie, denominado *índice de valor de importancia (IVI)*, que adquiere valores porcentuales en una escala del 0 al 100.^{29,30}

$$IVI = \frac{\sum_{i=1}^n (AR_i \cdot DR_i \cdot FR_i)}{3}$$

donde AR_i es la abundancia relativa de la especie i con respecto a la abundancia total, DR_i es la dominancia relativa de la especie i con respecto a la dominancia total; y FR_i es la frecuencia relativa de la especie i respecto a la frecuencia total.

RESULTADOS

Diversidad

Se registraron 15 árboles y arbustos, 18 plantas suculentas y dos hierbas pertenecientes a 11 órdenes, 14 familias, 28 géneros y 35 especies de plantas vasculares (tabla I). La familia con más especies fue *Cactaceae*, con 16 especies, y el género mejor representado fue *Opuntia* con cuatro especies. Cuatro especies de plantas se encuentran bajo estatus de protección de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010:³¹ *Amoreuxia wrightii*, *Astrophytum capricorne*, *Thelocactus bicolor*, *Epithelantha micromeris* y *Lophophora williamsii*, la primera con el estatus en peligro de extinción (P), las siguientes dos con estatus de amenazadas (A) y las últimas dos sujetas a protección especial (Pr). Asimismo, cuatro especies son endémicas del territorio mexicano: *Astrophytum capricorne*, *Coryphantha salinensis*, *Ferocactus hamatacanthus*, y *Opuntia microdasys*. De las cuatro formas de crecimiento

Tabla I. Nombre científico, formas de crecimiento y familias de las especies registradas en el área de estudio.

Especie	Forma de crecimiento	Familia
<i>Acacia amentacea</i> DC.	Arbusto	<i>Fabaceae</i>
<i>Acacia greggii</i> A. Gray.	Arbusto	<i>Fabaceae</i>
<i>Agave americana</i> L.	Suculenta	<i>Agavaceae</i>
<i>Agave lechuguilla</i> Torr.	Suculenta	<i>Agavaceae</i>
<i>Amoreuxia wrightii</i> A. Gray.	Herbácea	<i>Bixaceae</i>
<i>Astrophytum capricorne</i> (A. Dietr.) Britton & Rose	Suculenta	<i>Cactaceae</i>
<i>Castela erecta</i> subsp. <i>texana</i> (Torr. & A. Gray) Cronquist	Arbusto	<i>Simaroubaceae</i>
<i>Celtis pallida</i> Torr.	Arbusto	<i>Ulmaceae</i>
<i>Condalia warnockii</i> M.C. Johnst.	Arbusto	<i>Rhamnaceae</i>
<i>Cordia boissieri</i> A. DC.	Arbusto	<i>Boraginaceae</i>
<i>Coryphantha nickelsiae</i> (K. Brandegee) Britton & Rose	Suculenta	<i>Cactaceae</i>
<i>Coryphantha salinensis</i> (Poselg.) A. D. Zimmerman ex Dicht y A. Lüthy	Suculenta	<i>Cactaceae</i>
<i>Coryphantha macromeris</i> (Engelm.) Lem.	Suculenta	<i>Cactaceae</i>
<i>Cylindropuntia imbricata</i> (Haw.) F.M. Knuth	Suculenta	<i>Cactaceae</i>
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i> (DC.) F.M. Knuth	Suculenta	<i>Cactaceae</i>
<i>Echinocactus horizontalis</i> Lem.	Suculenta	<i>Cactaceae</i>
<i>Echinocereus pectinatus</i> (Scheidw.) Engelm.	Suculenta	<i>Cactaceae</i>
<i>Epithelantha micromeris</i> (Engelm.) F.A.C. Weber ex Britton & Rose	Suculenta	<i>Cactaceae</i>
<i>Eysenhardtia texana</i> Scheele	Arbusto	<i>Fabaceae</i>
<i>Ferocactus hamatacanthus</i> (Monv. ex Salm-Dyck) Bravo ex Backeb. & F.M.Knuth	Suculenta	<i>Cactaceae</i>
<i>Fouquieria splendens</i> Engelm.	Arbusto	<i>Fouquieriaceae</i>
<i>Guaiaacum angustifolium</i> Engelm.	Arbusto	<i>Zygophyllaceae</i>
<i>Helietta parvifolia</i> (A. Gray) Benth.	Arbusto	<i>Rutaceae</i>
<i>Jatropha dioica</i> Cerv.	Arbusto	<i>Euphorbiaceae</i>
<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Schult.) Zucc.	Arbusto	<i>Rhamnaceae</i>
<i>Larrea tridentata</i> (Sessé & Moc. ex DC.) Coville	Arbusto	<i>Zygophyllaceae</i>
<i>Leucophyllum frutescens</i> (Berland.) J. M. Johnst.	Arbusto	<i>Scrophulariaceae</i>
<i>Lophophora williamsii</i> (Lem. ex Salm-Dyck) J. M. Coult.	Suculenta	<i>Cactaceae</i>
<i>Neolloydia conoidea</i> (DC.) Britton & Rose	Suculenta	<i>Cactaceae</i>
<i>Opuntia engelmannii</i> (Salm-Dyck) ex Engelm.	Suculenta	<i>Cactaceae</i>
<i>Opuntia microdasys</i> (Lehm.) Pfeiff.	Suculenta	<i>Cactaceae</i>
<i>Prosopis glandulosa</i> Torr.	Árbol	<i>Fabaceae</i>
<i>Sclerocactus scheeri</i> (Salm-Dyck) N.P Taylor.	Suculenta	<i>Cactaceae</i>
<i>Thelocactus bicolor</i> (Galeotti) Britton & Rose	Suculenta	<i>Cactaceae</i>
<i>Viguiera stenoloba</i> S.F. Blake	Herbácea	<i>Asteraceae</i>

Tabla II. Abundancia, dominancia, frecuencia (valores absolutos y relativos) e índice de valor de importancia (IVI) de las especies evaluadas. Especies ordenadas por valores del IVI.

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI
	N/ha	AR_i	m ² /ha	DR_i	Absoluta	FR_i	
<i>Agave lechuguilla</i>	3488 ± 224	18.73	998.11 ± 65.5	0.98	89.51	8.69	9.47
<i>Larrea tridentata</i>	1062 ± 58	5.7	663.06 ± 42.4	12.77	86.84	8.43	8.97
<i>Viguiera stenoloba</i>	598 ± 33	3.21	846.74 ± 58.1	16.31	53.98	5.24	8.25
<i>Fouquieria splendens</i>	465 ± 54	2.5	764.91 ± 95.6	14.73	15.14	1.47	6.23
<i>Leucophyllum frutescens</i>	1073 ± 35	5.76	292.76 ± 28.7	5.64	71.08	6.90	6.10
<i>Cordia boissieri</i>	277 ± 13	1.49	450.64 ± 38.3	8.68	72.41	7.03	5.73
<i>Acacia amentacea</i>	714 ± 30	3.83	407.65 ± 30.4	7.85	37.49	3.64	5.11
<i>Acacia greggii</i>	576 ± 26	3.09	288.40 ± 16.1	5.55	66.44	6.45	5.03
<i>Opuntia microdasys</i>	806 ± 35	4.33	2.17 ± 0.3	0.04	55.93	5.43	3.27
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	616 ± 23	3.31	8.57 ± 2.2	0.17	57.27	5.56	3.01
<i>Agave americana</i>	293 ± 13	1.57	68.44 ± 12.1	1.32	61.19	5.94	2.94
<i>Celtis pallida</i>	379 ± 37	2.03	272.46 ± 29.7	5.25	14.52	1.41	2.90
<i>Helietta parvifolia</i>	276 ± 29	1.48	316.33 ± 41.2	6.09	11.23	1.09	2.89
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	375 ± 23	2.01	177.99 ± 15.1	3.43	32.24	3.13	2.86
<i>Prosopis glandulosa</i>	150 ± 7	0.81	118.94 ± 9.1	2.29	56.65	5.50	2.86
<i>Jatropha dioica</i>	941 ± 33	5.05	5.06 ± 0.9	0.1	32.86	3.19	2.78
<i>Opuntia engelmannii</i>	369 ± 18	1.98	45.17 ± 5.8	0.87	51.30	4.98	2.61
<i>Castela erecta</i> subsp. <i>texana</i>	273 ± 16	1.47	106.35 ± 11.5	2.05	34.20	3.32	2.28
<i>Ferocactus haemathacanthus</i>	989 ± 46	5.31	1.26 ± 0.6	0.02	7.93	0.77	2.03
<i>Eysenhardtia texana</i>	357 ± 39	1.92	173.93 ± 24.3	3.35	4.64	0.45	1.90
<i>Lophophora williamsii</i>	744 ± 100	3.99	4.33 ± 0.5	0.08	16.48	1.60	1.89
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	389 ± 21	2.09	19.06 ± 3.8	0.37	21.01	2.04	1.50
<i>Condalia warnockii</i>	331 ± 21	1.78	54.60 ± 11.2	1.05	14.52	1.41	1.41
<i>Coryphantha nickelsiae</i>	585 ± 146	3.14	4.44 ± 1.2	0.09	3.91	0.38	1.20
<i>Guaiacum angustifolium</i>	257 ± 23	1.38	23.26 ± 16.2	0.45	12.46	1.21	1.01
<i>Coryphantha</i> sp.	400 ± 84	2.15	1.22 ± 0.8	0.02	2.68	0.26	0.81
<i>Neolloydia conoidea</i>	262 ± 61	1.41	4.97 ± 3.4	0.1	7.93	0.77	0.76
<i>Epithelantha micromeris</i>	270 ± 44	1.45	2.12 ± 0.4	0.04	7.93	0.77	0.75
<i>Coryphantha salinensis</i>	283 ± 90	1.52	2.61 ± 0.6	0.05	4.64	0.45	0.67
<i>Sclerocactus scheeri</i>	242 ± 84	1.3	3.65 ± 2.6	0.07	4.64	0.45	0.61
<i>Thelocactus bicolor</i>	155 ± 32	0.83	3.06 ± 1.0	0.06	6.59	0.64	0.51
<i>Amoreuxia wrightii</i>	178 ± 59	0.96	4.71 ± 2.2	0.09	4.64	0.45	0.50
<i>Echinocereus pectinatus</i>	210 ± 45	1.13	0.73 ± 0.3	0.01	3.30	0.32	0.49
<i>Echinocactus horzonthalonius</i>	143 ± 11	0.77	1.18 ± 0.5	0.02	5.25	0.51	0.43
<i>Astrophytum capricorne</i>	100 ± 0.1	0.54	0.78 ± 0.2	0.02	1.34	0.13	0.23
SUMA	18626	100	5192.66	100		100	100

registradas, las plantas suculentas fueron las más diversas, con 18 especies (tabla I). La riqueza específica fue de 35 especies, con un valor del índice de Margalef (D_{Mg}) de 4.62. De acuerdo con el índice de Shannon-Wiener (H'), la comunidad evaluada presentó un valor de $H'=3.13$.

Parámetros ecológicos

La comunidad evaluada presenta una densidad de 18,626 N/ha, siendo *Agave lechuguilla*, *Leucophyllum frutescens* y *Larrea tridentata* las más abundantes. La cobertura de copa es de 5192 m², lo que representa una cobertura vegetal de 51.92%. *Viguiera stenoloba*, *Leucophyllum frutescens* y *Larrea tridentata* fueron las que presentaron mayor cobertura, al sumar 43.82% de la cobertura de la comunidad. Ninguna especie se presentó en todos los sitios de muestreo. Las especies más frecuentes fueron *Agave lechuguilla* y *Larrea tridentata*. La especie que presentó el mayor valor de IVI fue *Agave lechuguilla*. Esta especie presentó los valores más altos en abundancia y frecuencia, pero bajos de cobertura, ya que es una especie de porte menor.

El patrón de la abundancia relativa de las especies en el área de estudio presenta un alto número de especies (57%) que están poco representadas (<2%), que disminuyen progresivamente hasta las que presentan más de 6% de abundancia relativa, y muestran una línea de tendencia potencial (figura 2).

La figura 3 muestra la densidad de individuos por hectárea, de acuerdo a las clases diamétricas registradas en el estudio. Se observa una línea de tendencia exponencial, al mostrar un decremento en la densidad de individuos conforme aumenta el diámetro de los mismos, siendo la clase diamétrica >0.5-1

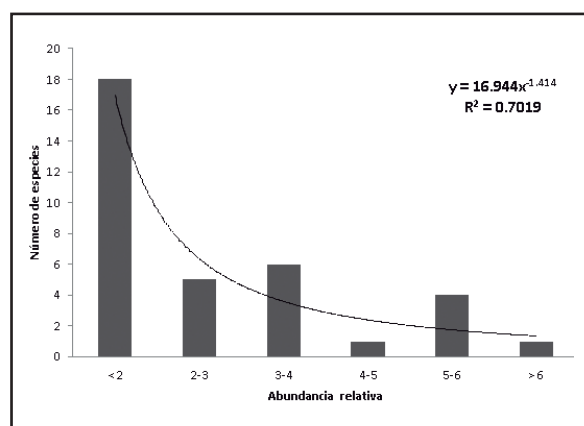


Fig. 2. Patrón de la abundancia relativa de las especies en el área de estudio.

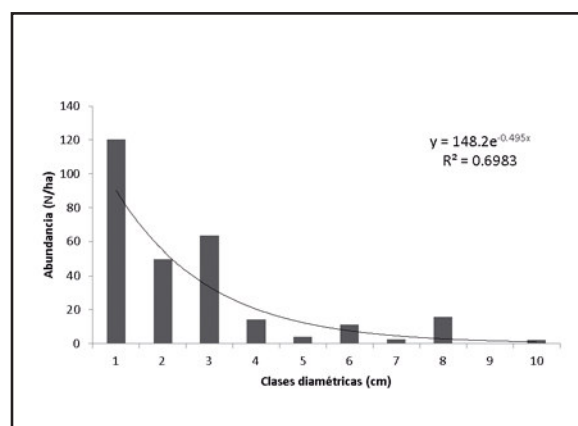


Fig. 3. Densidad de individuos de acuerdo a clases diamétricas en el área de estudio.

cm la que presentó mayor número de individuos con 42%. Lo anterior indica que existe una gran cantidad de individuos de porte menor y un pequeño número de individuos (1%) con diámetros >8 cm.

DISCUSIÓN

Las 35 especies registradas y los valores del índice de Margalef ($D_{Mg}=4.62$) y Shannon ($H'=3.13$) indican que la comunidad vegetal presenta una diversidad media-alta comparada con matorrales del noreste de México. En una comunidad madura del matorral espinoso tamaulipeco (MET), se obtuvieron valores del índice de Margalef de 2.26 y de Shannon de 1.94.³² Otros estudios también evaluaron comunidades maduras del MET, ambos obtuvieron valores del índice de Shannon de 2.40.^{33,34} En otro estudio se evaluaron comunidades maduras de tres matorrales del noreste de México, siendo éstos matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo y matorral submontano, que registraron valores del índice de Margalef de 2.59, 2.52 y 2.50, respectivamente, y del índice de Shannon de 1.90, 1.89 y 1.88, respectivamente.³⁵

La mayor preponderancia de las cactáceas y otras suculentas en el área estudiada se entiende por la afinidad de esta familia por las zonas áridas de México,³⁶ como ocurre en otras regiones con presencia de matorrales rosetófilos como los de Querétaro¹⁸ o los de Tehuacán en Puebla.¹⁹ La presencia de especies endémicas y bajo estatus de protección le da especial relevancia a la zona,²⁰⁻²² para los matorrales rosetófilos de Nuevo León.

La dominancia de la especie *Agave lechuguilla* era esperada como especie rosetófila característica de este tipo de

comunidades semiáridas y su reproducción asexual,³⁷ estos resultados concuerdan con otros sitios similares, como la zona de Querétaro conocida como Sierra El Doctor, la Barranca de Mezquitlán en Hidalgo¹⁹ y algunas porciones de San Luis Potosí.³⁸ Asimismo, la presencia de *Larrea tridentata* y *Fouquieria splendens* coincide con el matorral xerófilo descrito para Zacatecas.³⁹ Para la zona de Nuevo León, específicamente en el área natural protegida Sierra Corral de los Bandidos, ubicada hacia el noroeste de Monterrey, se han registrado también con presencia destacada *Agave lechuguilla*, *Larrea tridentata*, *Viguiera stenoloba* y *Fouquieria splendens*.⁴⁰

El patrón de la abundancia relativa de las especies en el área de estudio mostró que existe un alto número de especies poco representadas de manera particular de porte arbustivo. Esta información concuerda con lo reportado en matorrales del noreste de México.^{3,10,11} La distribución de la densidad de individuos de acuerdo con las clases diamétricas en el área de estudio concuerda con los resultados de Jiménez Pérez *et al.*,⁴ quienes evaluaron un matorral espinoso del noreste de México que mostró un decremento en la densidad de individuos conforme aumenta el diámetro de los mismos.

Aunque las plantas herbáceas usualmente no presentan valores estructurales altos en los matorrales rosetófilos, en este caso se consideraron dos especies perennes por su importancia ecológica. La primera (*Viguiera stenoloba*) presentó uno de los mayores índices de valor de importancia y la segunda (*Amoreuxia wrightii*) está catalogada por el gobierno mexicano como especie en peligro de extinción.³¹ Otros estudios de matorrales también han considerado antes a especies herbáceas por su valor dentro de los ecosistemas de zonas áridas.^{15,19}

CONCLUSIONES

La comunidad estudiada presenta una alta riqueza y diversidad de especies, la familia representada con más especies fue *Cactaceae* con 16, y el género mejor representado fue *Opuntia* con cuatro especies, existen seis especies que se encuentran catalogadas en algún estatus de protección de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Las especies con mayor importancia estructural fueron *Agave lechuguilla*, *Larrea tridentata*, *Viguiera stenoloba* y *Fouquieria splendens*.

RESUMEN

Se evaluó la estructura y composición florística de un matorral desértico rosetófilo en el noreste de México, con 152 sitios de

muestreo. Se registraron 15 árboles y arbustos, 18 plantas suculentas y dos hierbas pertenecientes a 14 familias, 28 géneros y 35 especies de plantas vasculares. La familia con mayor presencia fue *Cactaceae*, con 16 especies, y el género mejor representado fue *Opuntia*. La comunidad vegetal presentó una densidad de 18626 N/ha, con un área de copa de 5192 m²/ha. Los valores del índice de Margalef ($DMg=4.62$) y Shannon ($H'=3.13$) indican que la comunidad vegetal presenta una diversidad media-alta.

Palabras clave: Matorral, Rosetófilo, Semiárido.

ABSTRACT

The structure and floristic composition of a desert rosetophilous scrub in northeastern Mexico were evaluated using 152 sampling sites. Fifteen trees and shrubs, 18 succulents, and two herbs belonging to 14 families, 28 genera, and 35 species of vascular plants were recorded. *Cactaceae* was the family with more presence with 16 species, and genus *Opuntia* was the best represented. The plant community had a density of 18626 N / ha with a crown area of 5192 m² / ha. The Margelef ($DMg = 4.62$) and Shannon ($H' = 3.13$) index values indicate that the plant community has a medium-high diversity.

Key words: Shrub, Rosetophilous, Semi-arid.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la empresa Gestión Estratégica y Manejo Ambiental, S.C., por su valiosa disposición y apoyo incondicional para la ejecución de la presente investigación, en particular a Jessica Jazmín Bernal Hernández y a Lucia Bernal Hernández, así como a Silvino Eduardo Hernández Cárdenas y Tania Sarmiento Muñoz, por su apoyo en el levantamiento de datos.

REFERENCIAS

1. Rzedowski, J. 1978. La vegetación de México. Limusa. México, D.F. Vol., T., p. o pp (consultadas).
2. Palacio-Prieto J.L., Bocco G., Velázquez A., Mas J-F., Takaki-Takaki F., Victoria A., Luna-González L., Gómez-Rodríguez G., López-García J., Palma-Muñoz M., Trejo-Vázquez I., Peralta-Higuera A., Prado-Molina J., Rodríguez-Aguilar A., Mayorga-Saucedo R. y González-Medrano F. 2000. La condición actual de los recursos forestales en México. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM Vol. 43. pp. 183-203.
3. García-Hernández J. y Jurado E. 2008. Caracterización del mato-

- rral con condiciones prístinas en Linares N. L., México. *Ra Ximhai* Vol. 4. Ed. 1. pp. 1-21.
4. Jiménez-Pérez J., Alanís-Rodríguez E., Ruiz-González J.L., González-Tagle M.A., Yerena-Yamallel J.I. y Alanís-Flores G.J. 2012. Diversidad de la regeneración leñosa del matorral espinoso tamaulipeco con historial agrícola en el NE de México. *CiEN-CiAUANL* Vol.15Ed. 2. pp.66-71.
5. Velázquez, A., Mas J.F., Díaz-Gallegos J.R., Mayorga-Saucedo R., Alcántara P.C., Castro R., Fernández T., Bocco G. y Palacio J.L. 2002. Patrones y tasas de cambio del uso del suelo en México. *Gaceta Ecológica INE* Vol.62 Ed. 21-37.
6. Estrada-Castillón E., Yen-Méndez C., Delgado-Salinas A. y Villareal-Quintanilla J.A. 2004. Leguminosas del centro del estado de Nuevo León, México. *Anales del Instituto de Biología, Serie Botánica. Universidad Nacional Autónoma de México* Vol.75 Ed. 1. pp.73-85.
7. Alanís-Rodríguez E., Jiménez-Pérez J., Aguirre-Calderón O.A., Treviño-Garza J.E., Jurado-Ybarra E. y González-Tagle M.A. 2008. Efecto del uso del suelo en la fitodiversidad del matorral espinoso tamaulipeco. *Ciencia UANL* Vol. 10 pp. 56-62.
8. Jiménez-Pérez J., Alanís-Rodríguez E., Aguirre-Calderón O.A., Pando-Moreno M. y González-Tagle M.A. 2009. Análisis sobre el efecto del uso del suelo en la diversidad estructural del matorral espinoso tamaulipeco. *Madera y Bosques* Vol. 15. Ed. 3. pp. 5-20.
9. Foroughbakhch R., Hernández-Piñero J.L., Alvarado-Vázquez M.A., Céspedes-Cabriaes E., Rocha-Estrada A. y Cárdenas-Ávila M.L. 2009. Leaf biomass determination on woody shrub species in semiarid zones. *Agroforestry Systems* 77:181-192.
10. Ugalde-Ávila J., Granados-Sánchez D. y Sánchez-González A. 2008. Sucesión en el matorral desértico de *Larrea tridentata* (DC.) Cov. en la Sierra de Catorce, San Luis Potosí, México. *TERRA Latinoamericana* Vol. 26 Ed. 2. pp.153-160.
11. Canizales-Velázquez P. A., Alanís-Rodríguez E., Aranda-Ramos R. Mata-Balderas J.M., Jiménez-Pérez J., Alanís-Flores G., Uvalle-Sauceda J.I. y Ruiz-Bautista M.G. 2009. Caracterización estructural del matorral submontano de la Sierra Madre Oriental, Nuevo León, México. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* Vol. 15 Ed. 2. pp. 115-120.
12. Estrada-Castillón E., Villareal-Quintanilla J.A., Jurado-Ybarra E., Cantú-Ayala C., García-Aranda M.A., Sánchez-Salas J., Jiménez-Pérez J. y Pando-Moreno M. 2012. Clasificación, estructura y diversidad del matorral submontano adyacente a la planicie costera del Golfo Norte en el Noreste de México. *Botanical Sciences* Vol. 90 (1): 37-52.
13. Fernández-Navar R. y Colmenero-Robles J.A. 1997. Notas sobre la vegetación y flora de San Joaquín, Querétaro, México. *Polibotánica* 4:10-36.
14. Sánchez-González A. y Granados-Sánchez D. 2003. Ordenación de la vegetación de la Sierra de Catorce, San Luis Potosí, a lo largo de gradientes ambientales. *TERRA Latinoamericana* Vol. 21. Ed. 3. pp.311-319.
15. Huerta-Martínez F.M. y García-Moya E. 2004. Diversidad de especies perennes y su relación con el ambiente en un área semiárida del centro de México: implicaciones para la conservación. *Interciencia*. Vol. 29. Ed. 8. pp. 431-441.
16. González-Costilla O., Giménez-DeAzcárate J., García-Pérez J. y Aguirre-Rivera J.R. 2007. Flórmula vascular de la Sierra de Catorce y territorios adyacentes, San Luis Potosí, México. *Acta Botánica Mexicana* 78:1-38.
17. Giménez-De Azcárate J. y González-Costilla O. 2011. Pisos de vegetación de la Sierra de Catorce y territorios circundantes (San Luis Potosí, México). *Acta Botánica Mexicana* Vol. 94. pp. 91-123. 2011.
18. Treviño-Carreón J. y Hernández-Sandoval L. 2000. Introducción a los matorrales rosetófilos de Querétaro, México. En: Simposio 2000. La investigación y el desarrollo tecnológico en Querétaro. Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro. (CONCYTEQ) 16-25p.
19. Martorell, C. y Ezcurra E. 2002. Rosette scrub occurrence and fog availability in arid mountains of Mexico. *Journal of Vegetation Science* 13: 651-662.
20. González-Zamora A., Luna-Vega I., Villaseñor J.L. y Ruiz-Jiménez C.A. 2007. Distributional patterns and conservation of species of Asteraceae (asters etc.) endemic to eastern Mexico: a panbiogeographical approach. *Systematics and Biodiversity* 5(2): 135-144.
21. Alanís-Flores G. J., Alvarado-Vázquez M. A., Ramírez-Freire L., Foroughbakhch-Pornavab R., y Velazco-Macías C. G. 2011. Flora endémica de Nuevo León, México y estados colindantes. *Journal of the Botanical Research Institute of Texas* 5:275-298.
22. Sosa V. y De-Nova A. 2012. Endemic angiosperm lineages in Mexico: hotspots for conservation. *Acta Botanica Mexicana* 100: 293-315.
23. Del Río M., Montes F., Cañellas I. y Montero G. 2003. Revisión: índices de diversidad estructural en masas forestales. *Investigaciones Agrarias y Recursos Forestales* 12(1):159-176.
24. Gadow K.V., Real P. y Álvarez-González J.G. 2001. Modelización del crecimiento y la evolución de bosques. *IUFRO World Series*, Volumen 12. Viena.
25. INEGI.1991.
26. Alanís-Flores G. J., Cano-Y Cano G., Rovalo-Merino M. 1996. Vegetación y flora de Nuevo León: una guía botánico-ecología. Impresora Monterrey, S.A. de C.V. México.
27. González-Medrano F. 2003. Las comunidades vegetales de México. INE-SEMARNAT. México.
28. Shannon C.E., Weaver A.D. 1949. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbana.
29. Mueller-Dombois D. y Ellenberg H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley. Nueva York, E.U.A.
30. Magurran A.E. 2004. Measuring biological diversity. Blackwell Publishing Company. E.U.A.
31. SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental de especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación (Segunda Sección):1-19, más Anexo normativo III. Jueves 30 de diciembre de 2010.
32. Mora, C.A., E. Alanís, J. Jiménez, M.A. González, J.I. Yerena y L.G. Cuellar. 2013. Estructura, composición florística y diversidad del matorral espinoso tamaulipeco, México. *Ecología Aplicada* 12(1): 29-34.
33. González-Rodríguez, H., R. G. Ramírez-Lozano, I. Cantú-Silva, M. V. Gómez-Meza y J. I. Uvalle-Sauceda. 2010. Composición y estructura de la vegetación en tres sitios del estado de Nuevo León, México. *Polibotánica* 29: 91-106.
34. Ramírez-Lozano R., T. G. Domínguez-Gómez, H. González-Rodríguez, I. Cantú-Silva, M. V. Gómez-Meza, J. I. Sarquís-Ramírez y E. Jurado. 2013. Composición y diversidad de la vegetación en cuatro sitios del noreste de México. *Madera Bosques* 19:59-72.
35. Mata, J. M., E. J. Treviño, A. Valdecantos, J. Jiménez, O. A. Aguirre, E. Alanís y R. Foroughbakhch. 2014. Diversidad y composición vegetal de matorrales en el Valle de Santa Catarina, en el noreste de México. *Revista Iberoamericana de Ciencias* 1(3):3-15.
36. Hernández H. M., Gómez-Hinostrosa C. y Goettsch B. 2004. Checklist of Chihuahuan Desert Cactaceae. *Harvard Papers in Botany* 9(1): 51-68.
37. Reyes-Aguero J.A., Aguirre-Rivera J.R. y Peña-Valdivia C.B. 2000. Biología y aprovechamiento de *Agave lechuguilla* Torrey. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 67:75-88.
38. Rzedowski, J. 1966. Vegetación del estado de San Luis Potosí.

- Acta Científica Potosina V. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí.
39. Rzedowski, J. 1957. Vegetación de las partes áridas de los Estados de San Luis Potosí y Zacatecas. La Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural 18:49-101.
 40. Carmona-Lara M.P., Foroughbakhch R., Flores-Valdés A., Alvarado M.A. y Guzmán-Lucio M.A. 2008. Flora cactológica y especies asociadas en el área natural protegida Sierra Corral de los Bandidos, Nuevo León, México. Revista Mexicana de Biodiversidad. Vol. 79. pp. 307-323.

Recibido: 01/09/14

Aceptado: 13/11/14